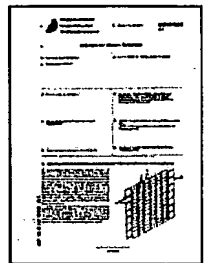


No active trail

**DELPHION****Select DR****Simple****RESEARCH****PRODUCTS****INSIDE DELPHION****Log Out** **Work Files** **Saved Searches****My Account****Search:** Quick/Number Boolean Advanced Derwent

## The Delphion Integrated View

**Get Now:** **PDF** | [File History](#) | [Other choices](#)**Tools:** Add to Work File: [Create new Work File](#)**View:** [Expand Details](#) | [INPADOC](#) | Jump to: [Top](#) **Go to:** [Derwent](#) [Email this](#)**Title:** **EP0015852A1: Device for measuring the total or the directional power emitted by an acoustical source**[\[German\]](#)[\[French\]](#)**Derwent Title:** Three dimensional microphone array - comprises two grids supported on frames for measuring acoustic field near a sound source, facilitating prediction of distant field [\[Derwent Record\]](#)**Country:** EP European Patent Office (EPO)**Kind:** A1 Publ. of Application with search report <sup>i</sup> (See also: [EP0015852B1](#) )**Inventor:** Gaudriot, Lionel;  
Mercusot, Michel;**Assignee:** SOCIETE POUR LA MESURE ET LE TRAITEMENT DES  
VIBRATIONS ET DU BRUIT - METRAVIB (Société Anonyme)  
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)**Published / Filed:** 1980-09-17 / 1980-01-25**Application Number:** EP1980000420010**IPC Code:** Advanced: [G01H 3/12](#); [G01H 3/14](#);  
Core: [G01H 3/00](#);  
IPC-7: [G01H 3/12](#);  
[G01H 3/14](#);**Priority Number:** 1979-01-29 **FR1979000002813****Abstract:** An apparatus for obtaining the farfield directional pressure intensity of a sonorous source placed in a fluid medium from pressure measurements taken in the nearfield of the source is disclosed. An acoustic antenna is placed in the nearfield of the source to map the acoustic pressure nearfield. The antenna consists of either a single receptor, or of two separate receptors, one fixed in position to define the direction and the other variable in position over the acoustic antenna. Each receptor is comprised of two oppositely facing parallel planar arrays of acoustic detectors separated by a predetermined distance. The detectors are arranged in each array in a predetermined matrix. The detector signals from both arrays are processed by either of two different methods, an additive or a multiplicative method, to obtain the farfield directional pressure intensity of the source.**INPADOC Legal Status:** [Show legal status actions](#)**Get Now:** [Family Legal Status Report](#)**Designated Country:** DE GB IT NL SE**Family:** [Show 9 known family members](#)**Other Abstract Info:** None

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑮ Numéro de dépôt: 80420010.3

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: **G 01 H 3/14, G 01 H 3/12**

⑯ Date de dépôt: 25.01.80

③③ Priorité: 23.01.79 FR 7902813

⑦① Demandeur: **SOCIETE POUR LA MESURE ET LE TRAITEMENT DES VIBRATIONS ET DU BRUIT - METRAVIB (Société Anonyme)**, 24, bis chemin des Mouilles, F-69130 Ecully (FR)

④③ Date de publication de la demande: 17.09.80  
Bulletin 80/19

⑦② Inventeur: **Gaudriot, Lionel, Le Bourg, F-69380 Lozanne (FR)**  
Inventeur: **Mercusot, Michel, 4, rue Charles Porcher, F-69009 Lyon (FR)**

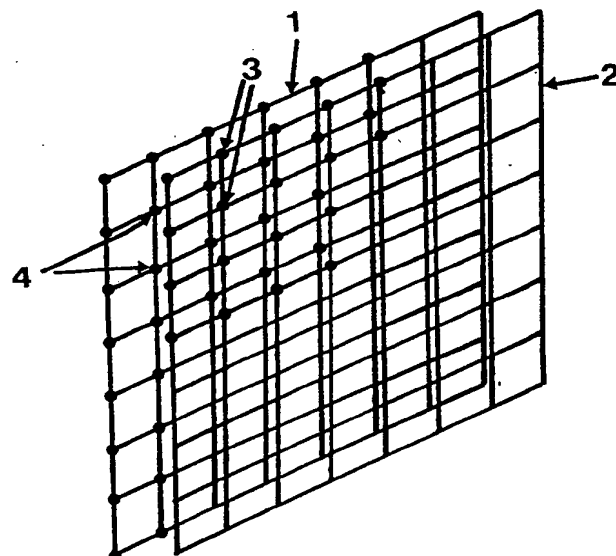
⑥④ Etats contractants désignés: **DE GB IT NL SE**

⑦④ Mandataire: **Laurent, Michel et al, 39, rue Boileau, F-69006 Lyon (FR)**

⑤④ Appareillage permettant la mesure de la puissance acoustique totale ou directive émise par une source quelconque.

⑤⑦ L'appareillage selon l'invention permet, à partir de mesures de pression effectuées dans le champ acoustique proche de la source sonore considérée, de reconstituer le champ acoustique lointain par un traitement de type additif, avec ou sans décalages temporels des contributions élémentaires de sources acoustiques fictives situées sur une surface disposée au voisinage de la source. Cet appareillage comporte une antenne acoustique disposée au voisinage de la source sonore et constituée d'au moins un capteur, ainsi qu'un équipement associé à ladite antenne pour le traitement des informations qu'elle donne.

Il se caractérise par le fait que le ou les capteurs formant l'antenne est constitué par un réseau de microphones (3, 4), distribués sur au moins deux surfaces parallèles (1, 2) en regard, et qui forment entre eux des motifs à trois dimensions, la troisième dimension permettant le calcul de l'accélération particulière du fluide.



ACTORUM AG

**EP 0 015 852 A1**

ment satisfaction, sont en général longues ou supposent des investissements coûteux et ne peuvent pas être utilisées dans le cas de sources mobiles.

Pour ces raisons, il a déjà été proposé d'accéder à  
5 ce paramètre puissance totale par mesure directe de l'intensité acoustique au moyen d'une paire de microphones déplacée en un grand nombre de points d'une surface entourant la source ou sur la source elle-même. Un tel dispositif de mesure ne permet donc pas de déterminer la direc-  
10 tivité de la source.

Par ailleurs, pour les mesures effectuées plus particulièrement en milieu sous-marin, il a été proposé d'utiliser des antennes acoustiques planes, constituées d'une pluralité d'hydrophones disposés sur un seul plan et per-  
15 mettant, à partir de mesures de pression faites dans le champ proche, de reconstituer le champ acoustique lointain (antennes de TROTT). Cette technique est notamment décrite dans la revue "Journal of the Acoustical Society of America" (Volume 53 - Number 5 - 1973 - page 1412).

20 La présente invention concerne un dispositif ou appareillage qui surmonte les inconvénients des méthodes et dispositifs antérieurs car elle permet, à partir de mesures effectuées dans le champ proche de la source sonore considérée, cette source étant disposée en un milieu fluide,  
25 de reconstituer le champ lointain et de caractériser la puissance totale et directive de ladite source sans pour cela faire d'hypothèses sur la nature de la source.

Dans la suite de la description, par "puissance totale", on désigne la puissance moyenne rayonnée à distance  
30 par la source cumulée dans toutes les directions et par "puissance directive" on désigne la partie de cette puissance émise dans un angle solide défini autour d'une direction donnée. La dimension de l'angle solide défini ainsi, et qui sera baptisé "angle de résolution" par la suite,  
35 sera évoquée plus loin.

Pour opérer par calcul la reconstitution du champ lointain, on effectue à l'aide de microphones distribués

temporels introduits sur les signaux de pression,

- soit sous forme de signal temporel ou sous forme de valeur efficace par la sommation avec ou sans décalages temporels des contributions élémentaires liées à ces grandeurs locales que sont la pression acoustique et l'accélération particulaire,

- soit sous forme d'une intensité acoustique directive en faisant le produit entre la pression moyenne et la vitesse élaborée sur la surface de mesure.

10 Ces deux procédures de traitement donnant accès à des résultats similaires par des calculs différents, mais supportées dans une large mesure par une même manière de prendre les informations dans le champ acoustique seront décrites parallèlement dans la suite de la description et  
15 l'on dénommera :

- la première procédure de traitement : "traitement additif",

- la seconde procédure de traitement : "traitement multiplicatif".

20 Dans la suite de la description, le mot "capteur" sera réservé à la dénomination d'un réseau tridimensionnel quelconque de microphones, le terme microphone désignant aussi bien un moyen permettant la prise d'informations de la pression acoustique en milieu aérien ou en milieu aqua-  
25 tique.

Eventuellement, l'équipement de traitement permet également de réaliser des retards électriques entre les microphones ou ensembles de microphones au sein d'un même capteur afin de procéder à une rotation fictive de la direction de calcul de la pression de champ lointain, ou bien encore d'introduire un décalage global entre les informations issues de chacun des capteurs.

Par ailleurs, l'équipement de traitement est avantageusement un équipement électronique et comporte un module  
35 multiplicateur moyen permettant d'évaluer les puissances d'interaction entre les zones couvertes par chacun des "capteurs".

sance d'interaction entre ces deux capteurs, il est permis d'étendre la surface apparente de la grille,

- ou par une question de résolution angulaire de l'antenne dans le mode de traitement dit multiplicatif qui se traduit également en terme de dimensions par un rapport entre l'envergure  $e$  des capteurs et la longueur d'onde acoustique considérée qui doit être suffisant.

Par ailleurs, l'équipement de traitement associé aux capteurs selon l'invention est un équipement électronique qui est constitué de moyens conventionnels regroupés sous la forme d'un ensemble autonome (alimentation, batterie + et -), qui porte son propre chargeur ; cette électronique de conditionnement réalise des opérations de sommation des signaux de pression avec ou sans décalages temporels, de calcul de l'accélération par différenciation, de dérivation, d'intégration, et éventuellement de filtrage, afin de permettre l'élaboration des quatre grandeurs moyennes sur la surface de mesure nécessaires par groupes de deux au calcul de la pression de champ lointain soit par sommation :

- de l'accélération moyenne,
- et de la dérivée temporelle de la pression,

soit par multiplication :

- de la pression moyenne
- et de la vitesse moyenne.

L'invention sera cependant mieux comprise grâce à l'exemple de réalisation donné ci-après à titre illustratif mais non limitatif et qui est illustré par les schémas annexés :

- 30 - les figures 1, 2 et 3 illustrent schématiquement, en perspective, différents types de capteurs selon l'invention,
- les figures 4 et 5 illustrent sous forme de diagrammes les deux formes de traitement utilisées pour élaborer la pression de champ lointain,
- 35 - les figures 6 à 17 illustrent le cas particulier d'un mode de construction pour lequel les capteurs sont constitués de deux grilles parallèles à maillage régulier

grilles 1, 2 sont réalisés de telle manière que les microphones soient situés, soit dans deux plans proches l'un de l'autre (figure 7), soit au contraire, à une distance plus importante (figure 8). Dans ce dernier cas, des entretoises 9, dont une seule est représentée à la figure 6, permettent de maintenir l'écartement entre les deux grilles 1 et 2.

De préférence, les extrémités des fils 5, 6 maintenant les microphones 3, 4 sont réunies à l'intérieur de traverses creuses 10, 11, 12, 13 facilitant l'adaptation à l'en-semble d'électronique en renfermant une partie de cet ensemble, de façon que la liaison entre les capteurs et l'électronique principale s'effectue de manière aisée.

Dans le cas présent, on utilise comme microphones, des microphones du type "Electret", ces microphones étant pour chaque grille espacés de 70 mm afin de travailler jusqu'à 2400 Hz et étant maintenus par l'intermédiaire d'un ou deux fils de nylon, tendus entre les traverses 10, 11 et 12, 13 de chacune des grilles. Chaque grille comporte 64 microphones et a des dimensions extérieures d'environ 50 cm par 50 cm.

L'électronique de calcul dont une forme de réalisation est illustrée à la figure 9 est, dans l'exemple décrit, pour partie portée par les capteurs et réalise de manière analogique la sommation sur chaque grille des informations de pression issues de tous les microphones situés sur la même grille. De ce fait, chaque capteur délivre deux signaux représentant les sommes,  $\sum$  relatives à chacune des grilles.

L'électronique principale calcule :

30 -  $1/2(\sum_1 - \sum_2)$  qui est l'image de la moyenne spatiale de l'accélération particulière normale au plan du capteur,

-  $1/2(\sum_1 + \sum_2)$  qui est l'image de la moyenne spatiale de la pression dans un plan situé entre les deux grilles.

Ces deux grandeurs de base sont ensuite :

- pour la première, intégrée de manière analogique

- la puissance active émise autour des directions choisies par positionnement géométrique ou électrique de l'ensemble des deux capteurs,
- la puissance active totale par sommation des informations directives.

De cette manière, il est possible de réaliser une reconstitution énergétique du champ acoustique lointain, et ce en faisant appel à des principes et formulations théoriques connus qui sont :

- 10 - le principe de HUYGENS,
- et la formulation intégrale de HELMHOLTZ pour ce qui se réfère au traitement dit additif.

Ainsi que cela est illustré par les figures 10 à 13, il est possible selon le principe de HUYGENS par le biais de la représentation intégrale de HELMHOLTZ de reconstituer le champ acoustique à l'extérieur d'une surface  $\Sigma$  fermée, entourant des sources, par la sommation des effets de sources élémentaires réparties sur  $\Sigma$ .

Ces sources élémentaires sont de deux types :

- 20 - sources de mouvement (ou monopolaires), caractérisées par  $\gamma(t)$ , accélération particulaire,
- sources d'effort, (ou dipolaires), caractérisées par  $p(t)$  pression acoustique.

L'expression de la pression en dehors de ( $\Sigma$ ) s'exprime alors par :

$$P_M(\vec{r}, t) = \frac{1}{4\pi} \int_{\Sigma} \frac{1}{|\vec{r}|} \left( \rho_0 \gamma_n(\vec{y}) + \frac{1}{c} \frac{\partial p}{\partial t}(\vec{y}) \cos \theta \right) \left( t - \frac{|\vec{r}|}{c} \right) dS$$

Par suite, cette formulation permet de calculer la pression en un point M quelconque situé à distance de la source.

- 30 Le calcul étant reporté en champ lointain, il sera aisé ensuite de passer à une notion de puissance en écrivant que l'intensité acoustique  $I$  propagée dans la direction de calcul s'exprime simplement en fonction de la pression par :

$$35 \quad I = \frac{p^2}{\rho c}$$

l'aire  $\sigma$  concernée sur le plan  $\pi$  est, vue de M, contenue dans un angle solide faible.

Dans ces conditions, on peut admettre qu'en M, on reçoit les contributions élémentaires des sources situées sur l'aire  $\sigma$ , normalement au plan  $\pi$ , d'où la suppression du terme  $\cos \theta$  et l'hypothèse de l'égalité des temps de parcours pour tous les points.

Conformément à l'invention et ainsi que cela est illustré par les figures 12 et 13, on peut réaliser la description du plan  $\pi$  par partie au moyen de deux capteurs couvrant les surfaces élémentaires  $s_i$ ,  $s_j$  (voir figure 12), dont les dimensions sont définies à la fois par des paramètres liés à la physique des phénomènes et par des paramètres liés à la géométrie de la classe des équipements visés. Cette partition n'est pas impérative mais elle ouvre la possibilité de réaliser une analyse des mécanismes de rayonnement.

On écrira donc dans ce cas :

$$P(R, t) = \sum_i \left\{ \frac{1}{4\pi R} \int_{s_i} \left[ p_0 \gamma(\bar{x}, t - \frac{R}{c}) + \frac{1}{c} \frac{\partial p}{\partial t}(\bar{x}, t - \frac{R}{c}) \right] dS \right\} \\ = \sum_i \left\{ \frac{1}{4\pi R} \int_{s_i} F(\bar{x}, t - \frac{R}{c}) dS \right\}$$

Dans la mesure où les informations issues des positions  $s_i$  décrivant  $\sigma$  ne sont pas connues dans le même temps, il est nécessaire de passer à une notion statistique de

puissance moyenne :

$$\langle P^2(R, t) \rangle_t = \frac{1}{16\pi^2 R^2} \langle \left\{ \sum_i \int_{s_i} F(\bar{x}, t - \frac{R}{c}) dS \right\}^2 \rangle_t$$

signifie valeur moyenne temporelle

$$\langle P^2(R, t) \rangle_t = \frac{1}{16\pi^2 R^2} \left\{ \sum_i \left\langle \left( \int_{s_i} F(\bar{x}, t - \frac{R}{c}) dS \right)^2 \right\rangle_t + 2 \sum_{i,j} \left\langle \left( \int_{s_i} F(\bar{x}, t - \frac{R}{c}) dS \right) \cdot \left( \int_{s_j} F(\bar{x}, t - \frac{R}{c}) dS \right) \right\rangle_t \right\}$$

En conséquence, le processus opératoire est le suivant.

(figure 14).

- a) Calage angulaire du premier capteur sur une surface  $s_i$  définissant une direction d'évaluation de la pression de champ lointain. Cette opération peut être réalisée soit par rotation effective des capteurs, soit par rotation fictive à l'aide de lignes à retard et pondération en  $\cos \theta$  des sources de pression.

L'électronique associée aux capteurs selon l'invention



qui définit la tolérance angulaire de l'estimation est fonction de l'envergure ( $e$ ) relative du capteur (taille réelle ou taille fictive dans le cas de deux capteurs déplacés) et de la longueur d'onde acoustique et vaut au maximum :

$$5 \quad \psi \sim 2 \text{Arc sin } \frac{d}{e}$$

La figure 9 est une vue schématique de l'ensemble de traitement associé au dispositif selon l'invention.

Conformément à l'invention et selon la formulation (1) :

$$P(R, t + \frac{R}{c}) = \frac{1}{4\pi R c} \int_S \left[ p_0 c \chi(\vec{r}, t) + \frac{\partial p}{\partial t}(\vec{r}, t) \right] dS$$

10 le capteur doit réaliser une double prise d'informations sur sa surface :

- la pression acoustique pour ensuite en calculer la dérivée temporelle,

- l'accélération particulaire normale à son plan.

15 Pour se faire, les capteurs sont constitués comme dit précédemment, d'un ensemble de microphones omnidirectionnels disposés selon une structure déterminée, ouverte, et donnant un réseau à base de rectangles, carrés ou triangles, voire irrégulière. De plus, ces microphones sont disposés  
20 sur deux plans parallèles espacés, ce qui permet l'évaluation de l'accélération des particules de fluide à partir de simples mesures de pression (figure 14).

Les figures 15 et 16 illustrent la justification physique du mode de traitement dit multiplicatif selon l'in-  
25 vention.

Si l'on se reporte à ces figures, en se plaçant sur une surface située au voisinage d'une source acoustique et en évaluant comme il l'a été dit au moyen d'un capteur, tel qu'il a été décrit précédemment, la pression moyenne sur la  
30 surface du capteur, et la vitesse moyenne sur ladite surface le produit moyen temporel :

$$\langle p(t) \cdot \bar{v}_n(t) \rangle_t$$

représente alors (figure 15) l'intensité acoustique moyenne propagée autour de la direction normale au capteur ou une  
35 autre direction artificiellement créée par des retards électriques, dans un angle solide lié au rapport de  $\frac{e}{\lambda}$ , dimension de l'antenne à  $\lambda$  longueur d'onde acoustique.

si nécessaire, le diagramme de rayonnement d'une source quelconque à partir des mesures en champ proche et d'associer, moyennant des considérations physiques pratiques la zone couverte par l'antenne à une zone source en regard physiquement séparable (tache de champ en cohérence) et par là, de hiérarchiser les contributions partielles de ces zones dans une direction donnée.

Il est particulièrement intéressant pour l'analyse des caractéristiques de rayonnement acoustique de sources fixes et convient également pour l'analyse des caractéristiques de sources en mouvement (par exemple sources liées à des véhicules) et peut être adapté facilement afin de lui permettre de travailler dans un écoulement ou d'effectuer des mesures sur un véhicule en mouvement avec des antennes embarquées, etc...

Enfin, il est possible de réaliser une électronique englobant les deux modes de traitement à savoir le traitement multiplicatif, et le traitement additif tels qu'ils sont schématisés à la figure 9.

temporelle de la pression.

3/ Appareillage selon la revendication 1 caractérisé par le fait que le calcul de la pression de champ lointain dans une direction déterminée est obtenu par multiplication de la pression moyenne et de la vitesse moyenne.

4/ Appareillage selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé par le fait que l'antenne est constituée de deux capteurs formés chacun par un réseau tridimensionnel de microphones constitués en un ensemble de deux grilles planes parallèles, les microphones formant entre eux des motifs réguliers à trois dimensions de forme parallélépipédique.

5/ Appareillage selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé par le fait que les microphones sont ponctuels.

6/ Appareillage selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisé par le fait que l'équipement de traitement comprend des moyens permettant de réaliser l'opération de sommation des pressions après introduction de retards électriques entre microphones ou ensembles de microphones au sein d'un même capteur, afin de procéder à une rotation fictive de la direction de calcul de la pression de champ lointain.

7/ Appareillage selon l'une des revendications 4 à 6 caractérisé par le fait que les capteurs sont orientables mécaniquement et constitués pour chacun de deux grilles planes écartées l'une de l'autre d'une distance éventuellement variable avec les bandes de fréquences analysées et équipés de microphones omnidirectionnels.

8/ Appareillage selon l'une des revendications 4 à 7 caractérisé par le fait que l'espacement entre les grilles de microphones est au plus égal au quart de la longueur d'onde acoustique minimum observée dans le cas où l'opération de différence entre pressions moyennes pour le calcul de l'accélération est faite de manière directe.

9/ Appareillage selon l'une des revendications 4 à 7 caractérisé en ce que les microphones de chaque grille au sein de chaque capteur forment entre eux des motifs carrés

- 1/14 -

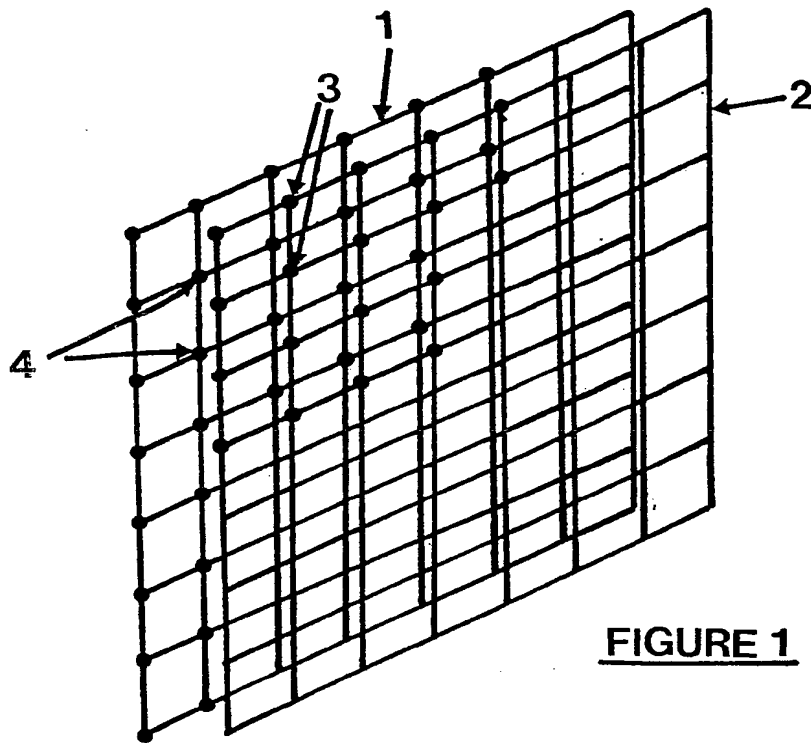
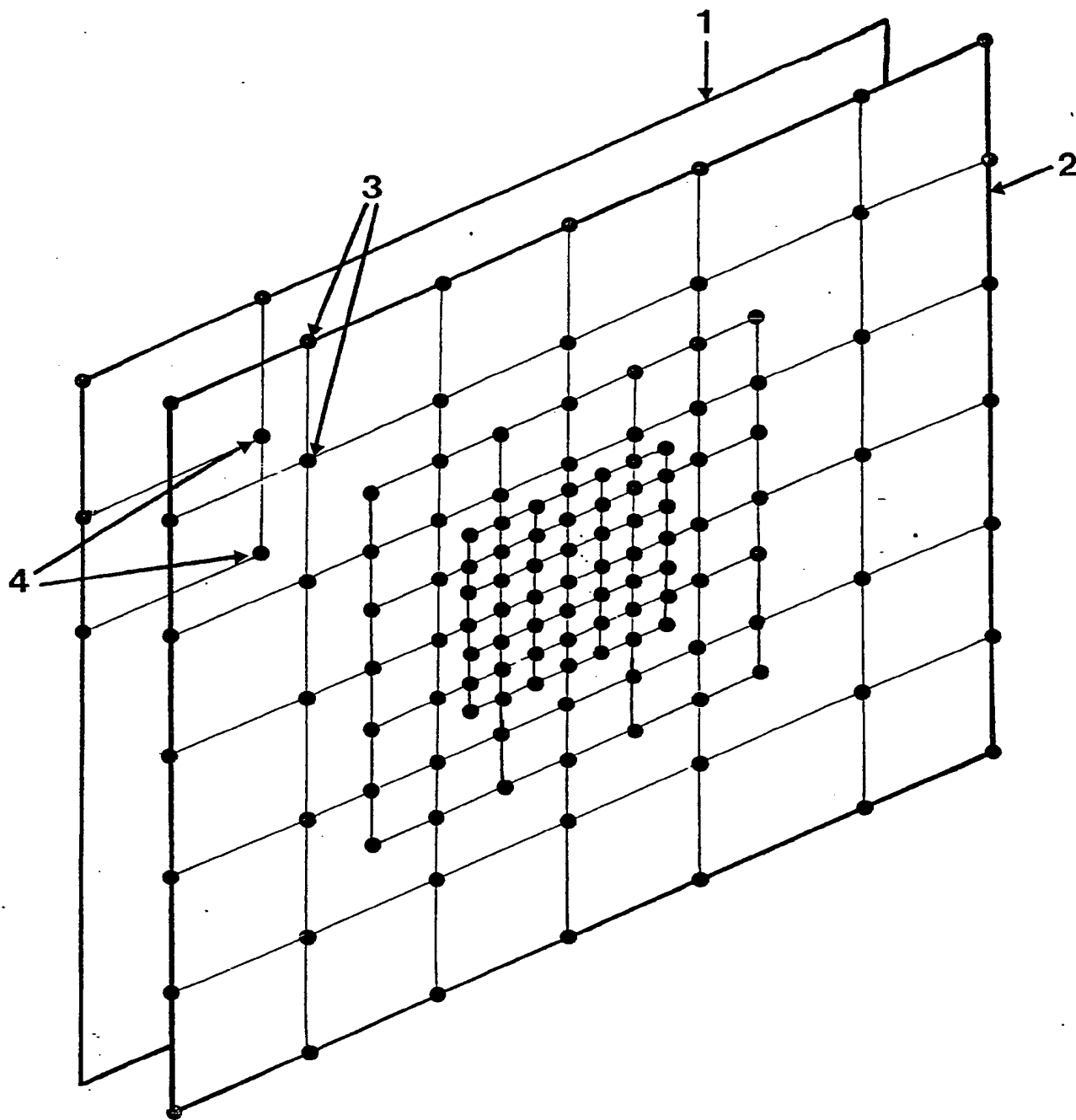
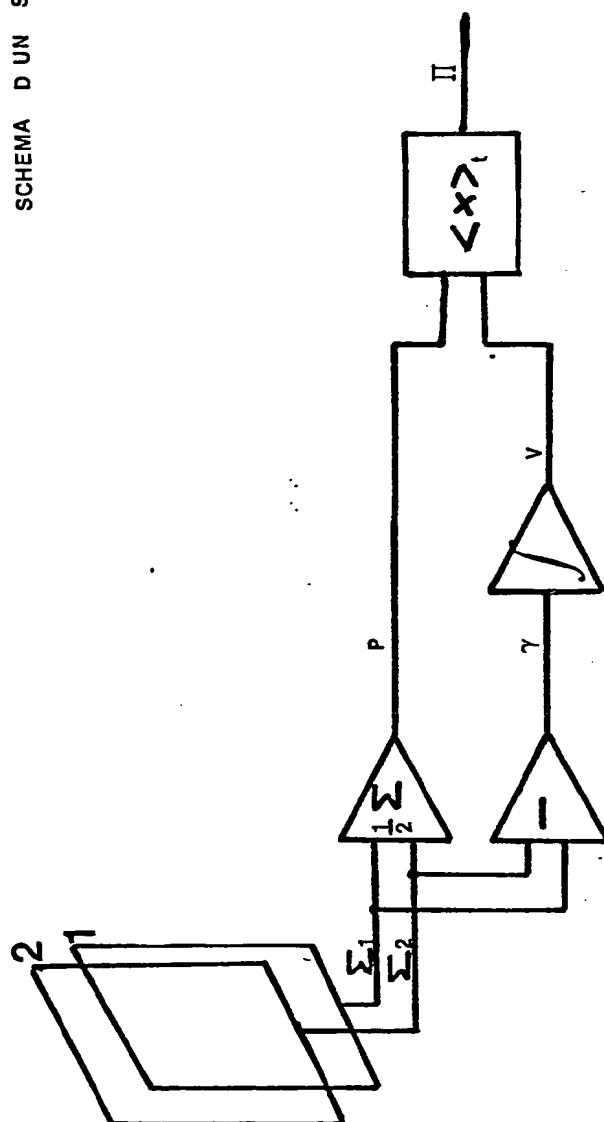
FIGURE 1

FIGURE 3

**FIGURE 5**  
 TRAITEMENT DE TYPE MULTIPLICATIF  
 SCHEMA D UN SEUL CAPTEUR



- 7/14 -

FIGURE 7

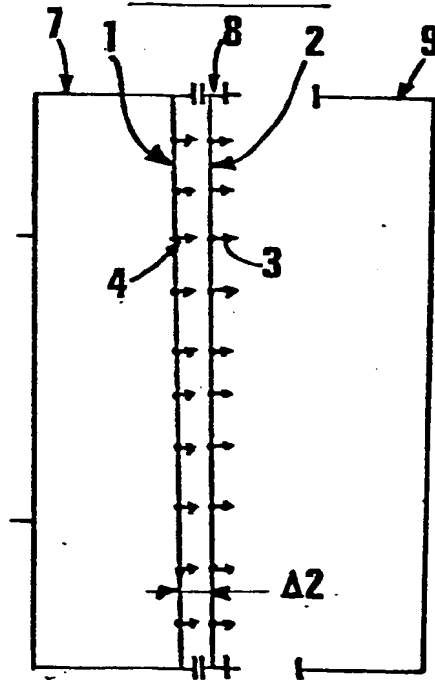
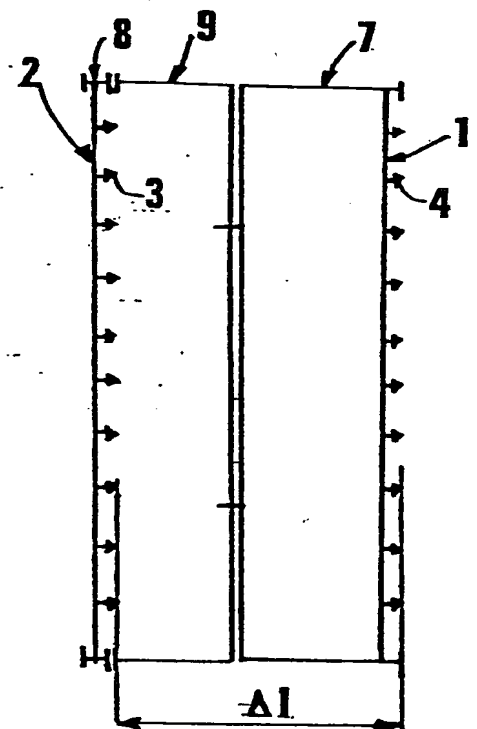


FIGURE 8



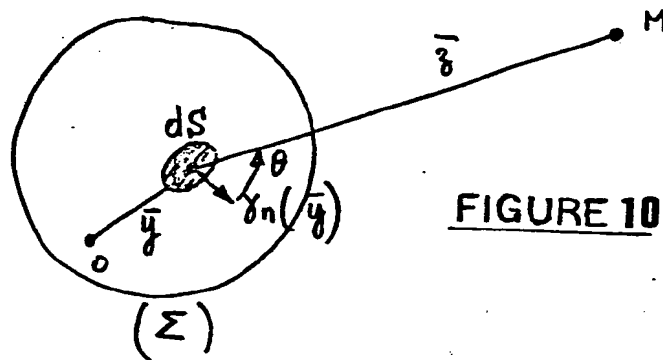


FIGURE 10

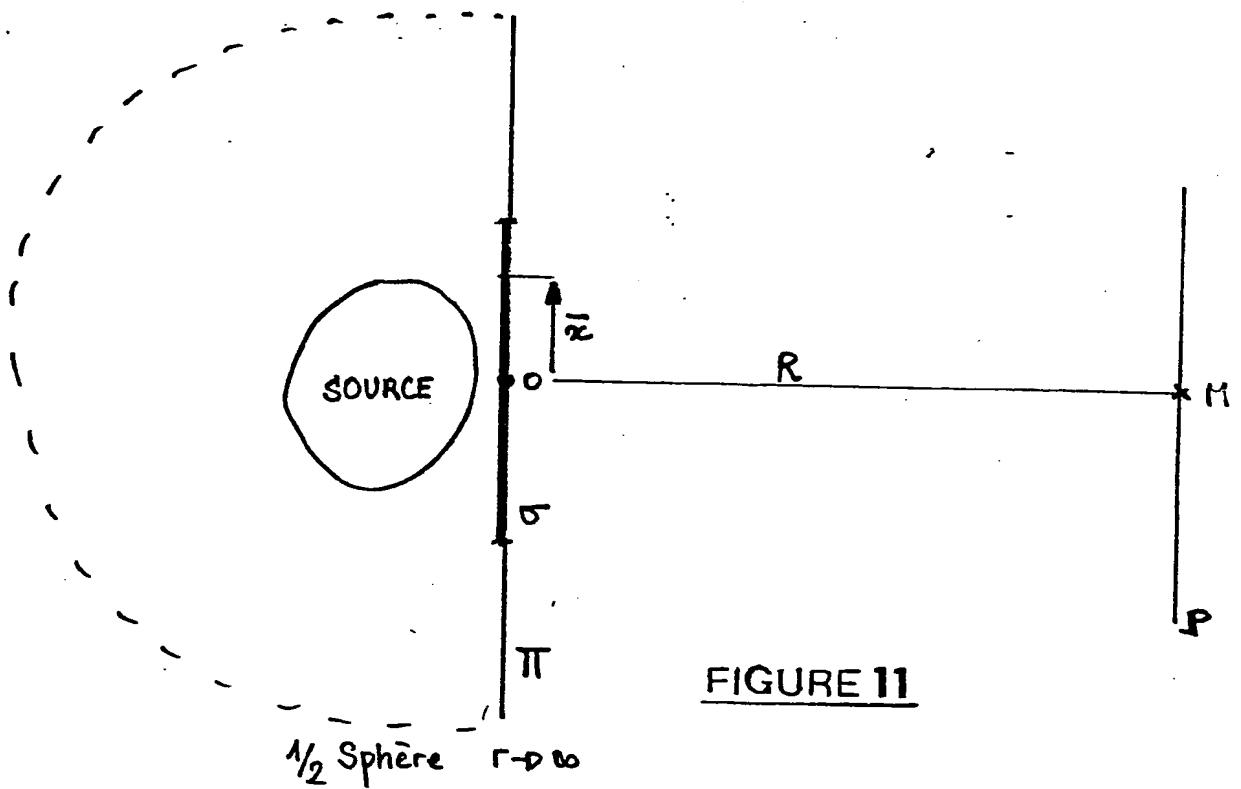
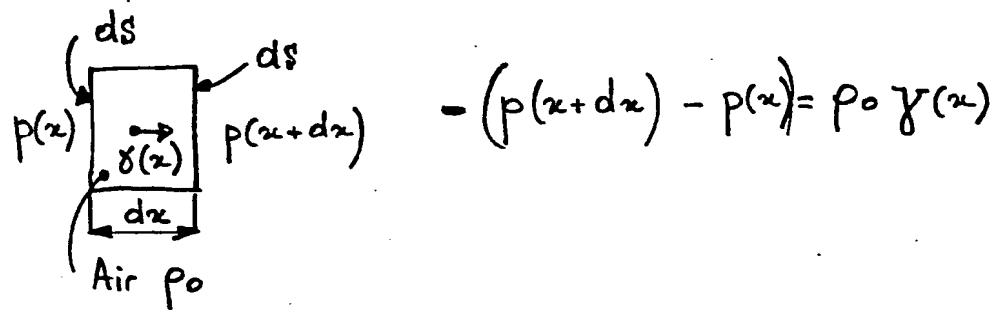


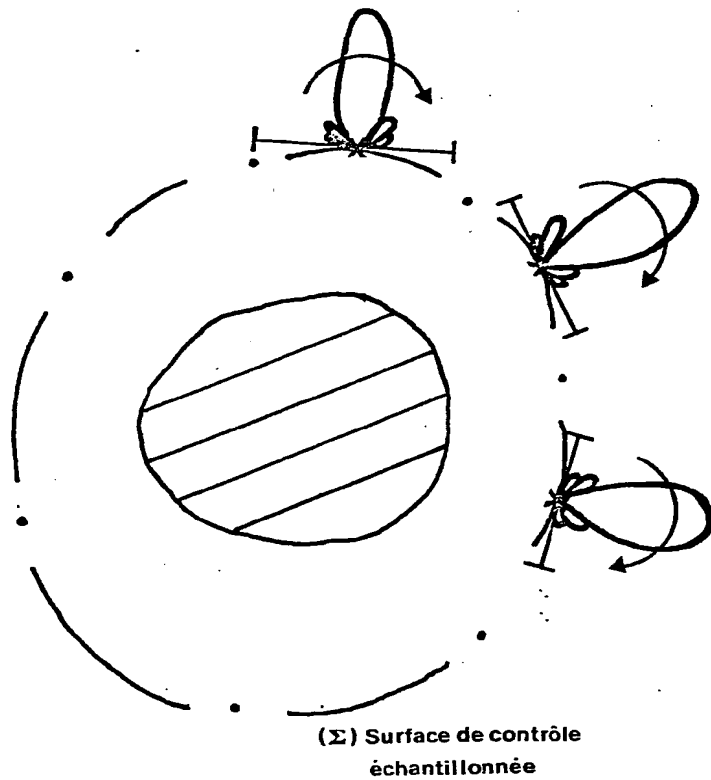
FIGURE 11



- 11/14 -

FIGURE 14

- 13/14 -

FIGURE 16



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0015852

Numéro de la demande

EP 80 42 0010

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
	<p>JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, vol. 53, no. 5, mai 1973, New York (US) A.J. RUDGERS "Determination of the farfield radiation of a noise source from nearfield measurements made with a Trott-array", pages 1411-1416.</p> <p>* Page 1411, colonne de droite, dernier alinéa à page 1412, colonne de gauche, ligne 16; page 1412, dernier alinéa; page 1414, colonne de droite, paragraphe III; page 1416, colonne de droite, note 12 *</p> <p>--</p> <p>A <u>US - A - 3 747 703</u> (M.J. KNOWD et al. )</p> <p>* Titre, abrégé *</p> <p>----</p>	<p>1,4,5, 7,9</p> <p>10</p>	<p>G 01 H 3/14 3/12</p> <p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)</p> <p>G 01 H 3/10 3/12 3/14 5/00</p> <p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons</p> <p>&amp;: membre de la même famille, document correspondant</p>
X	Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications		
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 06.03.1980	Examineur BIGGIO

OEB Form 1503.1 06.78